

DERWENT-ACC-NO: 1992-168036
DERWENT-WEEK: 200014
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Ultrasonic transducer energy transfer monitoring -
detecting
capacitance value of capacitor provided between ultrasonic
transducer and
associated membrane

INVENTOR: HARING, D; HAERING, D

PATENT-ASSIGNEE: FUNK & FERNSEHSERVICE HAERING[FUNKN]

PRIORITY-DATA: 1990DE-4035828 (November 10, 1990)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE | |
|------------------------------|-------------------|----------|-----|
| PAGES | MAIN-IPC | | |
| DE 4035828 C2 B06B 003/00 | February 24, 2000 | N/A | 000 |
| DE 4035828 A B06B 003/00 | May 14, 1992 | N/A | 007 |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|
| APPL-DATE | | |
| DE 4035828C2 November 10, 1990 | N/A | 1990DE-4035828 |
| DE 4035828A November 10, 1990 | N/A | 1990DE-4035828 |

INT-CL (IPC): B06B001/06; B06B001/08 ; B06B003/00 ;
B08B003/12 ;
G01N027/22 ; G01R025/00 ; G01R027/26

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4035828A

BASIC-ABSTRACT: The monitoring system detects the capacitance of
a capacitor
formed by the end face of the ultrasonic transducer (4), the
adhesive (5)
between the latter and the associated membrane (3) and the
membrane (3) itself,
pref with a voltage applied between the ultrasonic transducer (4)
and the
membrane (3).

The capacitance measurement may be effected by measuring the
blind load

resistance, by measuring the variation in the resonance frequency of an oscillator circuit including the capacitor, or from the phase angle between measured current and voltage values.

USE - For continuous monitoring of energy transfer during ultrasonic cleaning process.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.2/3

TITLE-TERMS:

ULTRASONIC TRANSDUCER ENERGY TRANSFER MONITOR DETECT CAPACITANCE VALUE

CAPACITOR ULTRASONIC TRANSDUCER ASSOCIATE MEMBRANE

DERWENT-CLASS: P43 S01 S03

EPI-CODES: S01-D04; S01-D05A3; S03-E02C;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1992-126617

⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 40 35 828 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 40 35 828.3
⑯ Anmeldetag: 10. 11. 90
⑯ Offenlegungstag: 14. 5. 92

⑯ Int. Cl. 5:
B06B 3/00
G 01 N 27/22
B 06 B 1/08
B 06 B 1/06
B 08 B 3/12
G 01 R 27/26
G 01 R 25/00

DE 40 35 828 A 1

⑯ Anmelder:
Funk- und Fernsehservice Häring GmbH, 7517
Waldbonn, DE

⑯ Erfinder:
Häring, Dieter, 7517 Waldbonn, DE

⑯ Vertreter:
Lemcke, R., Dipl.-Ing.; Brommer, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 7500 Karlsruhe

⑯ Überwachungsverfahren bei Ultraschallwandlern

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Energieübertragung von Ultraschallwandlern an eine Membran bei Einrichtungen zur Ultraschallreinigung von Werkstücken, wobei Ultraschallwandler und Membran eine gegenseitige Verbindung mittels eines Klebers aufweisen, sowie eine Einrichtung für dieses Verfahren. Bei bisher bekannten Einrichtungen ist es möglich, daß sich die Verklebung von Ultraschallwandler und Membran löst und daß so eine Energieübertragung nicht mehr sichergestellt ist. Um diesen Nachteil auszugleichen, wird ein Verfahren angegeben, bei dem die Klebefläche von Membran und Ultraschallwandler als Kondensator ausgebildet ist und eine Änderung von dessen Kapazität als Prüfmerkmal überwacht wird.

DE 40 35 828 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung der Energieübertragung von Ultraschallwandlern an eine Membran bei Einrichtung zur Ultraschallreinigung von Werkstücken, wobei Ultraschallwandler und Membran eine gegenseitige Verbindung mittels eines Klebers aufweisen, sowie eine Einrichtung für dieses Verfahren.

Werkstücke der verschiedensten Art werden zur Lösungsmittelarmen Reinigung in Ultraschallbädern behandelt. Diese Bäder haben als Membranen ausgebildete Schwingböden, an denen ein oder mehrere Ultraschallwandler befestigt sind, üblicherweise sind sie angeklebt.

Im Laufe der Zeit können sich diese Verklebungen lösen. Dann setzen die Ultraschallwandler zwar noch elektrische Energie in mechanische Energie um, aber die mechanische Energie wird nur noch zum Teil oder, falls sich die Verklebung ganz löst und der Ultraschallwandler von der Membran absfällt, gar nicht mehr an das Reinigungsbad abgegeben.

Dadurch ergibt sich im Bad eine verminderte Ultraschall und damit Reinigungsleistung.

Bei mehreren Wandlern kann sich auch eine ungleichmäßige Verteilung der Leistung im Bad ergeben.

Diese führt dazu, daß bei in einem Bad gereinigten Losen einzelne Werkstücke erheblich schlechter gereinigt werden als andere. Es kann vorkommen, daß bis dies festgestellt wird, bereits weitere Lose durch das Reinigungsbad gelaufen sind, so daß schon eine erhebliche Anzahl an schlecht gereinigten Werkstücken angefallen ist.

Diese müssen alle unter erheblichem Aufwand ausgesortiert und nachbehandelt werden.

Um einen Leistungsverlust im Reinigungsbad festzustellen, kann man nicht die von den Ultraschallwandlern umgesetzte elektrische Leistung messen, da die Ultraschallwandler diese auch dann umsetzen, wenn sie sich ganz oder teilweise von der Membran abkoppeln. Als weitere Möglichkeit bleibt, im Reinigungsbecken selbst die vorhandene Energie und/oder Energieverteilung zu prüfen. Die dafür benutzten Meßverfahren sind aber sehr ungenau, da sie von vielen Einflüssen abhängig sind, wie zum Beispiel Temperatur, Reinigungsflüssigkeit, Füllstand des Beckens, Reflexionen und der Position der Prüfsonde.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine Veränderung in der Verbindung, insbesondere der Güte der Klebverbindung von Ultraschallwandler und Membran, festgestellt werden kann, wobei dieses Verfahren einfach, sicher und im wesentlichen nur mit den vorhandenen Bauteilen arbeiten soll und ohne hohen konstruktiven Aufwand in die Praxis umsetzbar sein soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen der Membran zugewandten Abschlußfläche des Ultraschallwandlers und der Membran die Kapazität des aus Abschlußfläche, Kleber und Membran gebildeten Kondensators geprüft wird.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen darin, daß schon kleinste Ablösungsbereiche in den Verbindungen von Ultraschallwandlern und Membran festgestellt werden können, da die in diesen Bereichen zusätzlich in den Kondensatorspalt gelangende Luft aufgrund ihrer spezifischen Dielektrizitätskonstante eine deutliche Änderung der elektrischen Kondensatorkapazität bewirkt, die außerdem auch durch den sich ändern-

den Abstand zwischen Ultraschallwandler und Membran verändert wird.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich daraus, daß auch Feuchtigkeit im Schwingsystem bzw. im Kondensatorspalt festgestellt werden kann. Diese tritt zum Beispiel dann auf, wenn an der als Schwingboden ausgebildeten Membran durch Kavitationserscheinungen in den Bereichen, in denen die Ultraschallwandler befestigt sind, Undichtigkeiten bewirkt werden, durch die Reinigungsflüssigkeit in den Kondensatorspalt gelangt.

Außerdem kann die Feuchtigkeit aber auch aus Flüssigkeitspritzen oder aus auf andere Weise an den Kleber gelangender Flüssigkeit aus anderen Undichtigkeiten herrühren. Diese Feuchtigkeit verschlechtert das Dielektrikum und kann auch zu Spannungsüberschlägen zwischen den Kondensatorflächen führen.

Um die Kapazitätsprüfung durchzuführen, ergeben sich mehrere Möglichkeiten. Diese haben gemein, daß bei der ersten Inbetriebnahme der Ultraschallreinigungsanlage die elektrische Kapazität gemessen wird und dann im weiteren nur noch geprüft wird, ob sich dieser Wert ändert.

An dieser Stelle soll erwähnt werden, daß auch schon bei der Befestigung mehrerer Ultraschallwandler an der gleichen Membran es vorteilhaft ist, die sich bildenden Kapazitäten zwischen einzelnen Ultraschallwandlern und der Membran zu messen. So kann sichergestellt werden, daß bei gleicher Einzelkapazität zwischen den einzelnen Ultraschallwandlern und der Membran deren jeweilige Verbindung von der jeweils selben Qualität ist und alle Ultraschallwandler ein gleiches Schwing- und Energieabgabeverhalten haben. Dies führt im späteren Betrieb der Ultraschallreinigungsanlage zu einer gleichmäßigen Energieverteilung im Reinigungsbad.

Die Messung der elektrischen Kapazität kann entweder durchgeführt werden, indem zwischen Abschlußfläche des Ultraschallwandlers und der Membran eine elektrische Wechselspannung angelegt wird und die Kapazität dann über Messung des Blindwiderstandes erfolgt, oder der Kondensator wird in einen Schwingkreis mit bekannter Induktivität und ohmscher Last integriert und dann wird die Änderung der Resonanzfrequenz dieses Schwingkreises als Prüfkriterium benutzt, oder es wird die Änderung des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung ermittelt.

Es ist aber auch denkbar, den Kondensator mit einer Gleichspannung aufzuladen und dann die Zeitkonstante zu messen. Damit sind einige unterschiedliche Methoden zur Kapazitätsprüfung nicht abschließend aufgezählt.

Wenn die Messung der Kapazität mit Hilfe eines separaten Meßgenerators kontinuierlich erfolgt, wird eine besonders lückenlose Überwachung erreicht.

Um eine mögliche Verfälschung der Prüfergebnisse zu verhindern, kann bei abgeschalteten Ultraschallwandlern gemessen werden.

Es ist vorteilhaft, die Kapazitätsprüfung bei Betriebstemperatur des Ultraschall-Reinigungsprozesses durchzuführen, da eine sich verändernde Temperatur die Prüfergebnisse beeinflussen könnte.

Für die Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens wird eine Einrichtung vorgeschlagen, bei der die Membran zugewandte Abschlußfläche des Ultraschallwandlers, der Kleber und die Membran als elektrischer Kondensator ausgebildet und mit einer Vorrichtung zur Kapazitätsprüfung verbunden sind.

Dabei ist es sowohl denkbar, daß die Membran und die Abschlußfläche des Ultraschallwandlers aus elek-

trisch leitfähigem Material sind, als auch daß sie aus nicht elektrisch leitfähigem Grundmaterial sind und mit einer zusätzlichen elektrisch leitfähigen Schicht versehen sind.

Dabei können die leitfähigen Schichten durch nicht elektrisch leitfähiges Grundmaterial der Membran bzw. des Ultraschallwandlers vom Kleber getrennt sein.

Wenn der Kleber direkt mit elektrisch leitfähigem Material in Berührung kommt, so muß er elektrisch isolierend sein.

Bei einigen Ausführungsformen von Ultraschallwandlern ist vor die Abschlußfläche des eigentlichen Ultraschallwandlers ein Befestigungskörper gesetzt, über den die Ankoppelung des Ultraschallwandlers an die Membran erfolgt. Bei diesen Ausführungsformen wird die elektrische Kapazität zwischen der Membran und der dieser zugewandten Abschlußfläche des Befestigungskörpers gemessen.

Dabei verringern aus Leichtmetall bestehende Befestigungskörper der Ultraschallwandler durch ihr niedriges spezifisches Gewicht dynamisch ungünstige träge Massen. Dabei bietet sich Aluminium an, da es sehr preiswert ist.

Durch eine Membran, die aus Edelstahl besteht, wird wegen dessen Widerstandsfähigkeit die Auswahl der für das Reinigungsbad möglichen Reinigungsflüssigkeiten erhöht.

Der Ultraschallwandler kann sowohl aus elektrostrikтивem Material bestehen, als auch aus magnetostruktivem Material.

Überlicherweise sind für den Betrieb des Kondensators zwei Stromleitungen nötig. Für den Betrieb des Ultraschallwandlers müssen ebenfalls zwei Leitungen vorhanden sein. Außerdem verlangen die einschlägigen Vorschriften, daß die Reinigungsbadwanne mit einer Erdungsleitung zu versehen ist. Bei einer bevorzugten Ausführungsform werden die auf Massepotential liegende Leitung zum Betrieb des Ultraschallwandlers einerseits und die von dieser galvanisch getrennte Erdungsleitung der Reinigungsbadwanne andererseits gleichzeitig als Anschlußleitungen für den Betrieb des Kondensators genutzt.

So wird eine erhebliche Materialeinsparung erzielt, da keine zusätzlichen Kabel angebracht werden müssen. Außerdem ergibt sich auch eine einfache Möglichkeit, festzustellen, wenn ein Ultraschallwandler durch Bruch des Massekabels oder der Verbindungsstelle von Kabel und Ultraschallwandler nicht mehr im Stromkreislauf ist und deswegen nicht mehr zum Schwingen angeregt wird.

Auf die beschriebene Art lassen sich außer den Klebungen von Ultraschallwandlern auch andere, insbesondere dynamisch belastete Klebestellen überwachen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigt

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau eines Ultraschallreinigungsbades.

Fig. 2 Prinzipskizze eines nach der Erfindung arbeitenden elektrostrikтивen Ultraschallwandlers,

Fig. 3 Prinzipskizze eines nach der Erfindung arbeitenden magnetostruktiven Ultraschallwandlers.

Fig. 1 zeigt den Schnitt durch ein Ultraschallreinigungsbade. In einem metallischen Becken 1 befindet sich Reinigungsflüssigkeit 2. In dieses Becken werden Werkstücke eingelegt, die durch Ultraschallregung gereinigt werden sollen.

Dazu fungiert der Schwingboden des Beckens 1 als

Membran 3, an der mehrere Ultraschallwandler 4 befestigt sind. Im dargestellten Beispiel sind die Ultraschallwandler 4 mit einem Kleber 5 an der Membran 3 befestigt.

Die Ultraschallwandler 4 werden durch einen Hochfrequenzgenerator 6 erregt, mit dem sie über einen hinführenden Leiter 7 und einen rückführenden Leiter 8 verbunden sind.

Der auf Massepotential liegende rückführende Leiter 8 ist gleichzeitig an ein Kapazitätsmeßgerät 9 angeschlossen.

Dieses ist mit einer zweiten Anschlußleitung 10 an den Schutzleiter 11, mit dem das Becken 1 am Erdungsbolzen 12 geerdet ist, verbunden.

An der Schnittstelle 13 werden die Leitungen 7, 8 und 11 aus dem Gehäuse des Ultraschallreinigungsbades nach außen gelegt.

In der Fig. 2 ist ein entsprechender Aufbau noch einmal für einen einzelnen Ultraschallwandler 4 skizziert:

Oben ist die Membran 3 zu erkennen, an der der Erdungsbolzen 12 mit dem Schutzleiter 11 befestigt ist und die eine Schicht des Klebers 5 trägt. Der eigentliche Ultraschallwandler setzt sich in dem dargestellten Beispiel aus mehreren Teilen zusammen.

Als zentrale Elemente erkennt man zwei piezokeramische Bauteile 14, 15, die durch den Hochfrequenzgenerator 6 zu striktiven Bewegungen angeregt werden. Dazu wird über den hinführenden Leiter 7 eine Seite der piezokeramischen Bauteile 14, 15 über ein zwischen ihnen liegendes Zwischenblech 16 mit Spannung gegenüber den Elementen 17, 18 beaufschlagt, die über den rückführenden Leiter 8 auf Massepotential liegen.

Das Element 17 ist aus besonders schwerem Material, um eine träge Masse zu bilden, damit die Schallenergie in die von ihm weggerichtete Richtung abgestrahlt wird.

Damit auf der anderen Seite der piezokeramischen Bauteile 14, 15 keine ungünstigen tragen Massen auftreten, ist das als Befestigungskörper fungierende Element 18 aus Leichtmetall, vorzugsweise aus Aluminium gefertigt.

In dem vorliegenden Beispiel wird dann über den rückführenden Leiter 8, der mit der Abschlußfläche 19 leitend verbunden ist, und dem Schutzleiter 11, der mit der Membran 3 verbunden ist, mit dem Kapazitätsmeßgerät 9 die Kapazität zwischen Membran 3 und Ultraschallwandler 4 gemessen, wobei die Abschlußfläche 19 dem Ultraschallwandler 4 zugerechnet wird.

Damit der Schutzleiter 11 und der rückführende Leiter 8 galvanisch voneinander getrennt sind, um eine Kapazitätsmessung zu ermöglichen, ist im Hochfrequenzgenerator 6 ein Trenntrafo 20 vorgesehen.

In der Fig. 3 ist das gleiche Prinzip noch einmal für einen magnetostruktiven Ultraschallwandler dargestellt.

Als Kondensatorfläche wird dabei auf der Wandlerseite zum einen die durch die Wicklungen der Leiter 7, 8 überstrichenen Fläche 21 als auch die Ankoppelflächen 22 der Trafobele 23 berücksichtigt.

Durch eine entsprechende Prüfschaltung kann mit der vom Kapazitätsmeßgerät 9 festgestellten Änderung der Kapazität des durch die Abschlußfläche 19 bzw. 21, 22, den Kleber 5 und der Membran 3 gebildeten Kondensators überwacht werden. Diese Kapazität C ist gemäß der folgenden Gleichung abhängig von der Größe der den Kondensator bildenden Fläche A, dem Abstand d zwischen den Flächen 19, 21, 22 und der Membran 3 sowie der Elektrizitätskonstante ε des den Kondensatorpalt füllenden Klebers 5:

$$C = (A \times \epsilon) / d.$$

Es soll noch darauf hingewiesen werden, daß in dem nach Fig. 2 gebauten Ultraschallbad der Kleber 5 elektrisch isolierend sein muß.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung der Energieübertragung von Ultraschallwandlern an eine Membran bei Einrichtungen zur Ultraschallreinigung von Werkstücken, wobei Ultraschallwandler und Membran eine gegenseitige Verbindung mittels eines Klebers aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der der Membran (3) zugewandten Abschlußfläche (19; 21, 22) des Ultraschallwandlers (4) und der Membran (3) die Kapazität des aus Abschlußfläche (19; 21, 22), Kleber (5) und Membran (3) gebildeten Kondensators geprüft wird. 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Abschluß des Ultraschallwandlers (19; 21, 22) und der Membran (3) eine elektrische Wechselspannung angelegt wird. 20
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätsprüfung als Messung des Blindwiderandes durchgeführt wird. 25
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kapazitätsprüfung der Kondensator in einen Schwingkreis mit bekannter Induktivität und ohmscher Last integriert wird und dann die Änderung der Resonanzfrequenz dieses Schwingkreises als Prüfkriterium benutzt wird. 30
5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Prüfung der Kapazität die Änderung des Phasenwinkels zwischen Strom und Spannung ermittelt wird. 35
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Abschluß des Ultraschallwandlers (19; 21, 22) und der Membran (3) eine elektrische Gleichspannung angelegt wird. 40
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Prüfung der Kapazität die Zeitkonstante gemessen wird. 45
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätsprüfung mit Hilfe eines Kapazitätsmeßgerätes (9) kontinuierlich erfolgt. 50
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei abgeschaltetem Ultraschallwandler (4) gemessen wird. 55
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätsprüfung bei Betriebstemperatur des Ultraschall-Reinigungsprozesses erfolgt. 60
11. Einrichtung zur Überwachung der Energieübertragung von Ultraschallwandler an eine Membran bei Einrichtungen zur Ultraschallreinigung von Werkstücken, wobei Ultraschallwandler und Membran eine gegenseitige Verbindung mittels eines Klebers aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die der Membran (3) zugewandte Abschlußfläche (19; 21, 22) des Ultraschallwandlers (4), der Kleber (5) und die Membran (3) als elektrischer Kondensator ausgebildet und mit einer Vorrichtung zur Kapazitätsprüfung (9) verbunden sind. 65
12. Einrichtung 3 nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3) und die Abschlußfläche (19; 21, 22) des Ultraschallwandlers (4) aus elektrisch leitfähigem Material sind.

13. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3) und die Abschlußfläche (19; 21, 22) des Ultraschallwandlers (4) aus nicht elektrisch leitfähigem Grundmaterial und mit einer elektrisch leitfähigen Schicht versehen sind.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die leitfähigen Schichten durch nicht elektrisch leitfähiges Grundmaterial der Membran (3) / des Ultraschallwandlers (4) vom Kleber (5) getrennt sind.

15. Einrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Kleber (5) elektrisch isolierend ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Abschlußfläche des Ultraschallwandlers (4) ein Bestigungskörper (18) sitzt, über den Ankopplung an die Membran (3) erfolgt und daß dieser Befestigungskörper aus Leichtmetall, insbesondere Aluminium besteht.

17. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (3) des Reinigungsbekkens (1) aus Edelstahl besteht.

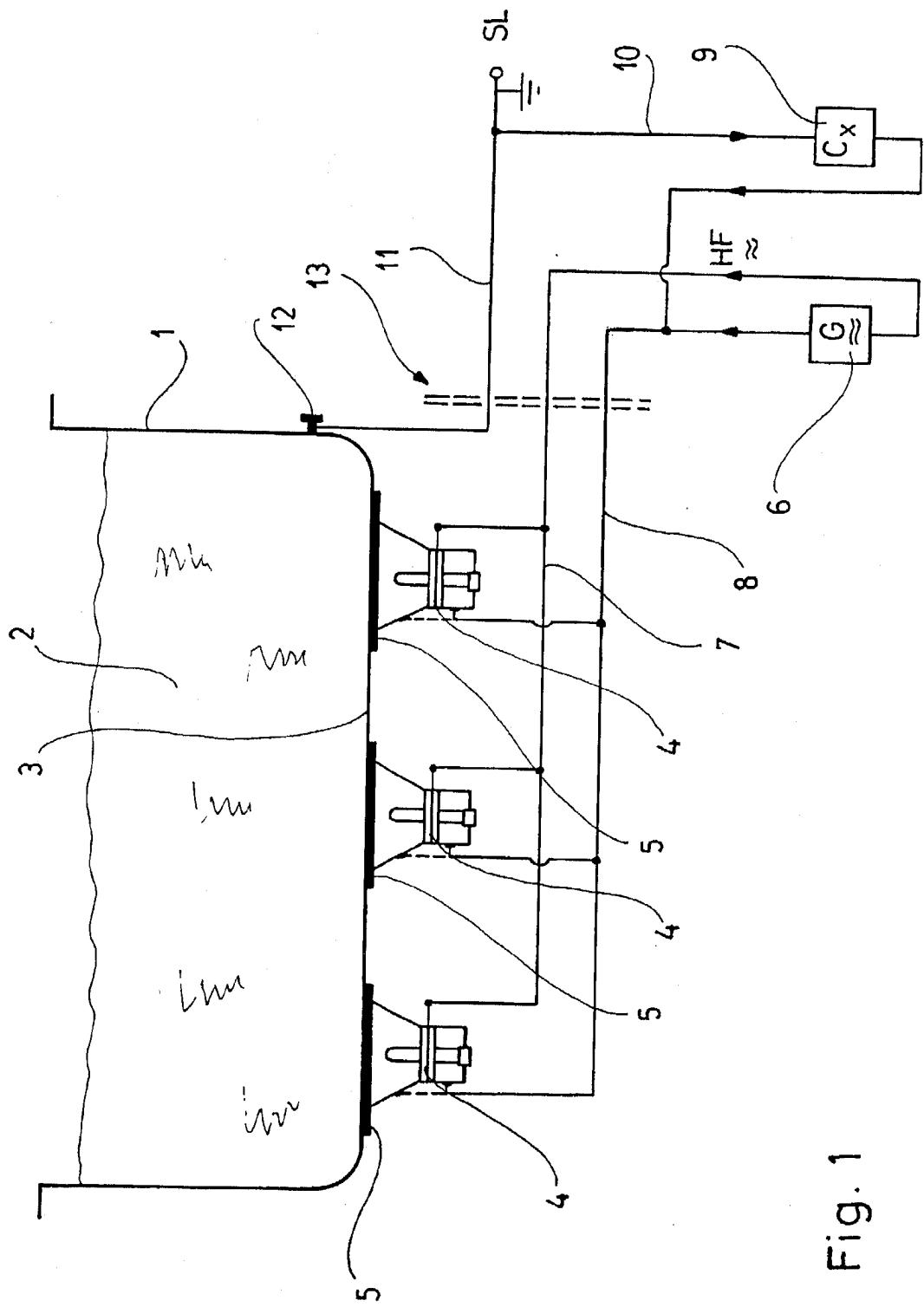
18. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschallwandler (14, 15) aus elektro-struktivem Material bestehen.

19. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Ultraschallwandler (23) aus magneto-struktivem Material bestehen.

20. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß von den zwei für den Betrieb des Ultraschallwandlers (4) benötigten Stromleitungen (7, 8) die auf Massepotential liegende (8) und eine von dieser galvanisch getrennte Erdungsleitung (11) der Reinigungsbadwanne (1) Anschlußleitungen für den Kondensator sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

—Leerseite—



一
五

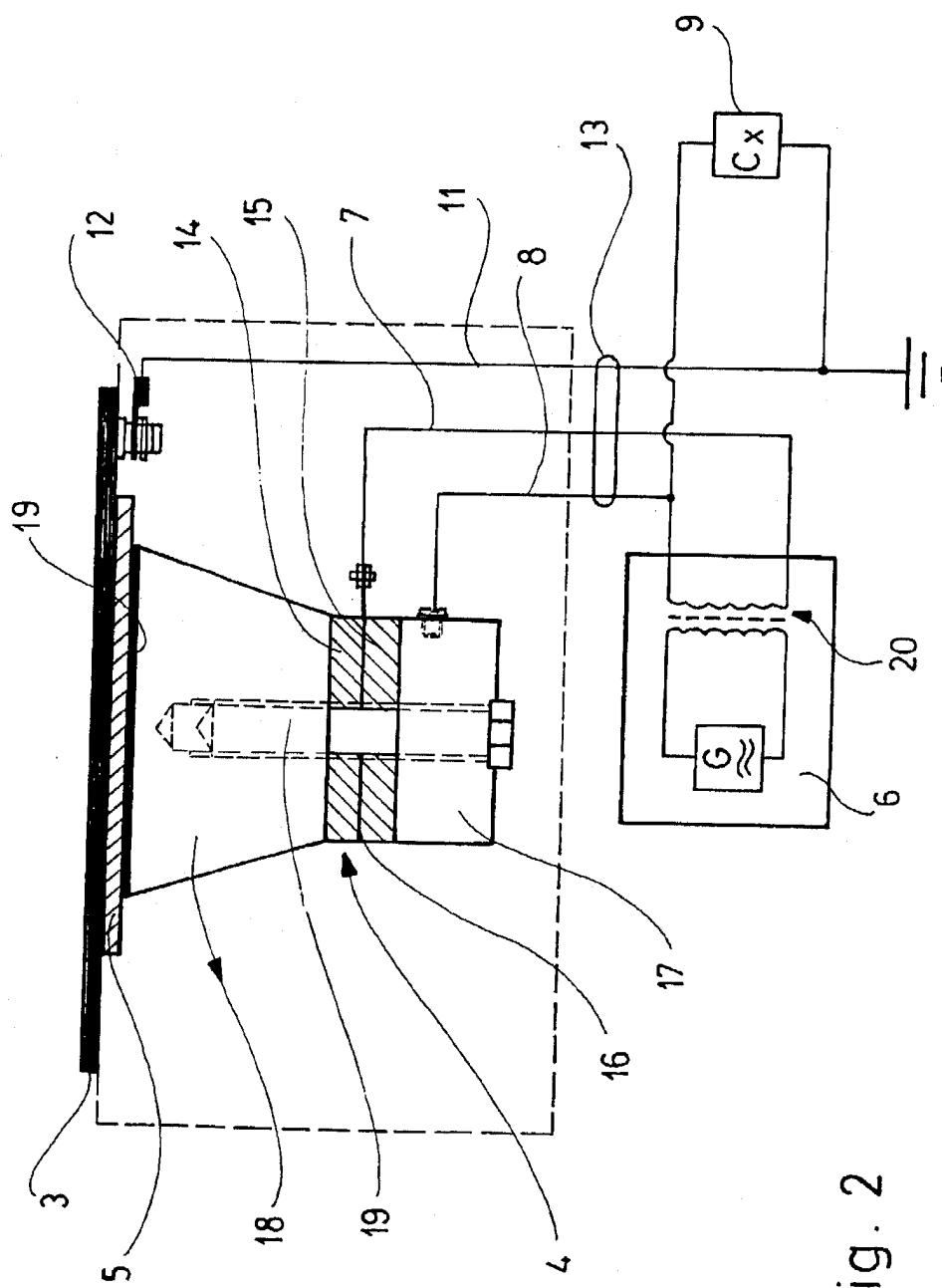


Fig. 2

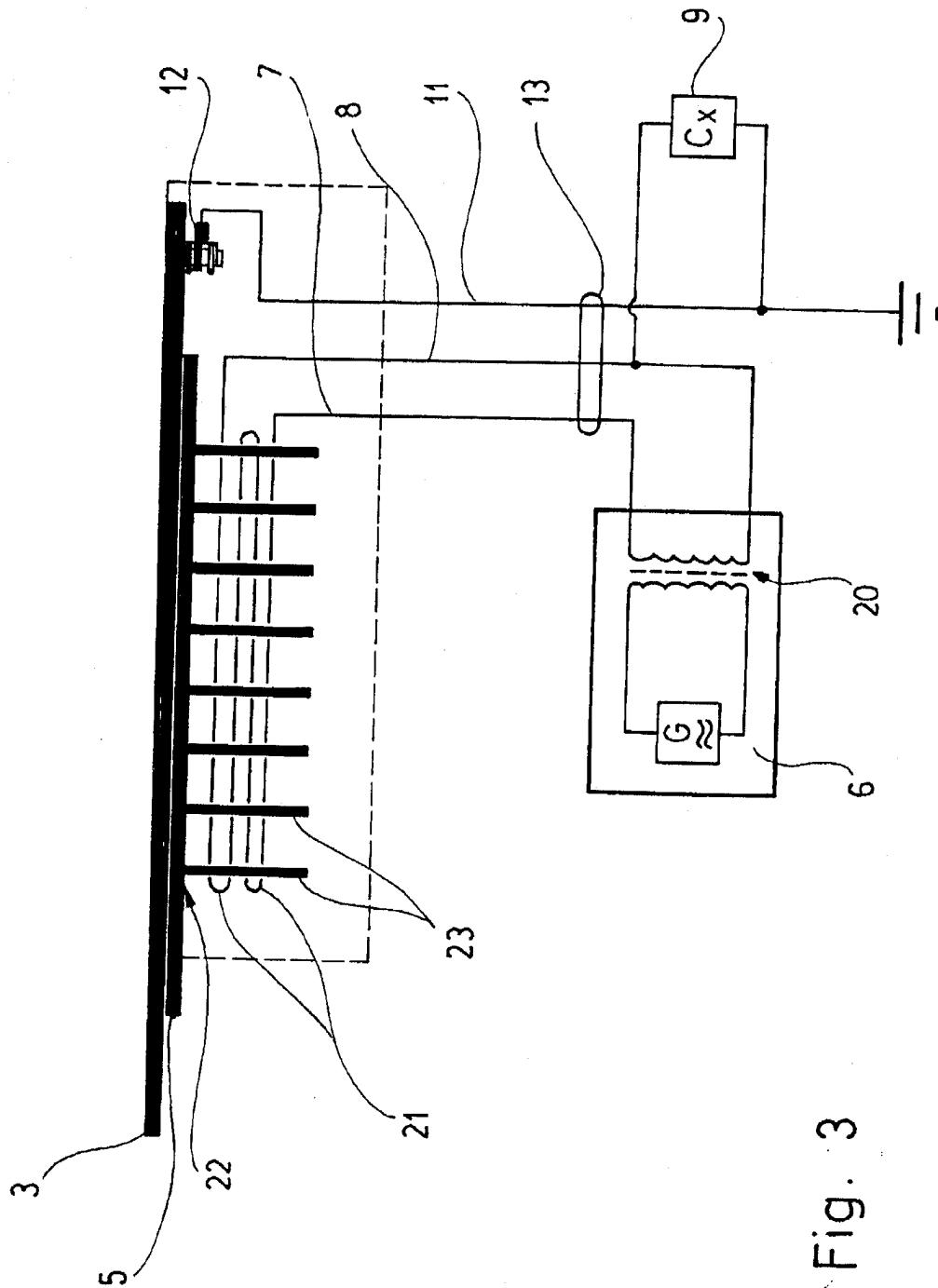


Fig. 3